

## TORSION BAR MADE OF SHAPE MEMORY ALLOY

Patent number: JP2236032  
Publication date: 1990-09-18  
Inventor: TANAHASHI HIROYUKI; others: 03  
Applicant: NIPPON STEEL CORP  
Classification:  
- international: F16F3/04; C22C19/03  
- european:  
Application number: JP19890057074 19890309  
Priority number(s):

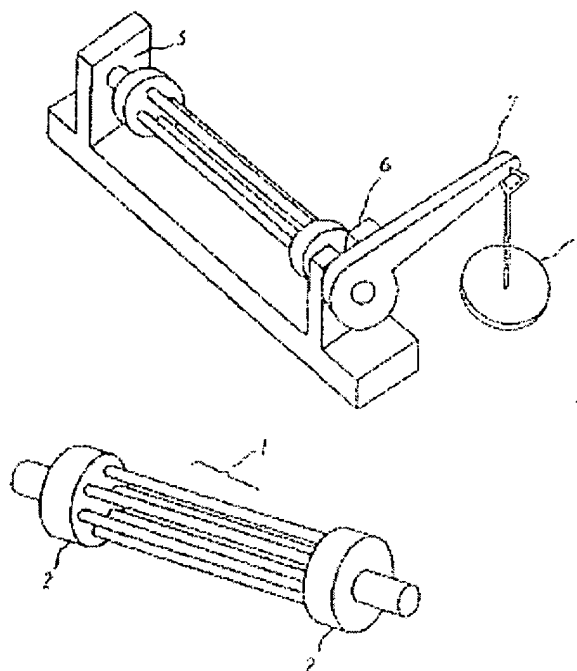
[View INPADOC patent family](#)

Abstract of **JP2236032**

**PURPOSE:**To obtain a torsion bar which is economical and generates a large torque by arranging plural bar members made of a shape memory alloy side by side, fixing both end portions of the members to fixtures, and aligning a torsion shaft with a straight line connecting the centers of the fixtures.

**CONSTITUTION:**Plural bar members 1 made of a shape memory alloy are arranged side by side, and the end portions thereof are fixed to fixtures 2 to form a duplex torsion bar.

Secondly, one end is fixed to a fixed end 5 and the other end is fitted to a bearing 6 and an arm 7 for torsion. When external force is applied to twist the bar, with the above position as a reference, the shape memory alloy is plastically deformed so that the bar is held in the twisted state. After that, when the shape of the shape memory alloy is recovered by heating the bar at any time the bar is returned to the reference position. A torsion bar function which can be used as a driving device for a window, a door or the like can be obtained by the rotary motion and generated torque at this time.



## ⑫ 公開特許公報(A)

平2-236032

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>F 16 F 3/04  
C 22 C 19/03

識別記号

D 7053-3 J  
A 6813-4 K

庁内整理番号

④ 公開 平成2年(1990)9月18日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全8頁)

⑭ 発明の名称 形状記憶合金製トーションバー

⑰ 特 願 平1-57074

⑱ 出 願 平1(1989)3月9日

⑲ 発 明 者 棚 橋 浩 之 神奈川県川崎市中原区井田1618番地 新日本製鐵株式会社  
第1技術研究所内⑲ 発 明 者 山 田 寛 之 神奈川県川崎市中原区井田1618番地 新日本製鐵株式会社  
第1技術研究所内⑲ 発 明 者 丸 山 忠 克 神奈川県川崎市中原区井田1618番地 新日本製鐵株式会社  
第1技術研究所内⑲ 発 明 者 大 塚 広 明 神奈川県川崎市中原区井田1618番地 新日本製鐵株式会社  
第1技術研究所内

⑰ 出 願 人 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号

⑱ 代 理 人 弁理士 大関 和夫

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

形状記憶合金製トーションバー

## 2. 特許請求の範囲

形状記憶合金製棒状部材を複数本並列に配置し、棒状部材の両端部を固定具に固定し、ねじり軸を前記固定具の中心を結ぶ直線に一致させたことを特徴とする形状記憶合金製トーションバー。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、回転式の窓や扉などの駆動装置等として、繰り返し利用できる材料に形状記憶合金を用いたトーションバーに関するものである。

(従来の技術)

トーションバーとは金属などの剛体からなる棒状部材の弾性的なねじり変形を利用したスプリングのことであり、自動車の懸架装置用スタビライザなどに広く用いられている。

この剛体に形状記憶合金を用いると弾性変形領域でのスプリングとしての利用はもちろん可能で

あるが、更にそれを越えるような、普通の材料では塑性変形にあたるような角度までねじり変形を与えた後、任意の時期に加熱して形状記憶合金の形状回復を起こさせ、その際のバーの回転運動と発生トルクを利用するような使い方が可能となる。このような形状記憶合金製トーションバーの用途としては、ある軸の回りに回転運動するもの、例えば回転式の窓や扉などの駆動装置等が考えられる。

ところで、形状記憶合金製トーションバーのこのような利用法はこれまで皆無であった。わずかに類似の利用法として特開昭59-73325号公報記載のものがあるが、これは自動車の製造工程におけるトーションバースプリングの取り付けが、スプリング力が強いために煩雑な作業となり、またその組立精度を向上させるのに手間がかかるという問題を抱えていることに対して、スプリング部材を形状記憶合金で構成することによってトーションバーの取り付けを容易にしようとしたものであった。従って形状記憶合金製トーションバ

一とは言っても本来的には通常のスプリング的な使い方をするものであり、窓や扉を形状記憶効果によるねじり変形の開放を利用して繰り返し駆動するような概念は含まれていない。

形状記憶合金製トーションバーの発生トルクは、形状記憶合金製棒状部材の直径に比例するので、窓や扉などのある程度の重量物を駆動するためには、用いる合金の量を多くしなければならない。このため、経済的な理由からはコストの安いFe-Mn-Si合金などに代表される鉄系の形状記憶合金が適していると言える。

しかしながら、鉄系の形状記憶合金のような応力誘起マルテンサイト変態とその逆変態を利用するタイプの形状記憶合金では、トーションバーの形状回復時の発生トルクを高めようとして、用いる棒状部材の直径を増加していくと、ある大きさ以上では急激に形状記憶効果が劣化し形状記憶合金製トーションバーとして十分に機能しなくなるという問題のあることが明らかとなった。

一方、用途によっては、Ti-Ni系やCu系の形状

記憶合金などの採用も可能であるが、その場合でも、より少ない使用量でより大きなトルクを発生させることが出来るトーションバーが必要となる。(発明が解決しようとする課題)

このようにせっかく低コストの鉄系形状記憶合金を用いてトーションバーを作成しても一本の棒状部材からなる単式の形状記憶合金製トーションバーでは駆動出来る重量に限界があり、産業上の利用範囲が狭められる。また、直径を増大しても形状記憶効果の劣化しないTi-Ni系やCu系などの形状記憶合金は非常に高価であり、駆動装置用のトーションバー材料とした場合には、より少ない使用量でより大きなトルクを発生させ得る工夫が必要である。

このような状況に鑑みて本発明は、形状記憶合金の棒状部材を用いて、経済的で、大きなトルクを発生することの出来るトーションバーの提供を意図したものである。本発明の別の目的としては、コストの安い鉄系の形状記憶合金を用いながら発生トルクに何らの上限も存在しない形状記憶合金

3

製トーションバーと、Ti-Ni系やCu系などの形状記憶合金を用い、より少ない合金使用量で、より大きなトルクを発生させ得る形状記憶合金製トーションバーを提供するものである。

(課題を解決するための手段)

すなわち、本発明は、形状記憶合金の棒状部材を複数本並列に配置し、棒状部材の両端部を固定具に固定し、ねじり軸を前記固定具の中心を結ぶ直線に一致させたことを特徴とする形状記憶合金製トーションバーである。

本発明で用いる形状記憶合金としては、Mn、Si等を含む鉄系形状記憶合金をはじめ、Ti-Ni系やCu系等の公知のものを用いることが出来る。

本発明の如く複式のトーションバーとすれば、鉄系の形状記憶合金を用いた場合には、配列する棒状部材の本数を増加させていくことによって、発生トルクの上限が実質的に存在しなくなるとともに、安価な形状記憶合金製トーションバーを得ることが出来る。

また、Ti-Ni系やCu系などの形状記憶合金を用

4

いた場合には、一本の棒状部材を使ったトーションバーで、棒状部材の直径を増大させて発生トルクを大きくする方法に比べて、同じ効果をより少ない体積の増加、すなわち、より少ない合金の使用量で効率よく実現出来る。

本発明で用いる棒状部材の断面形状は、円または正多角形が効果の発現が均等で、扱い易いので最もよいが、極端にいびつでなければ、楕円または多角形でもよい。棒状部材の製造工程と固定具への取り付け易さを考慮すれば、円または正多角形とすることが望ましい。

本発明に用いる鉄系形状記憶合金の棒状部材の直径は、7mmより大きいと形状記憶効果が著しく劣化するため7mm以下が望ましい。尚、本発明で言う直径とは、丸棒では直径を、正多角形断面を有する角棒では断面の外接円の直径を指す。また楕円または多角形断面の棒状部材の場合には、その断面を内包する円の直径を指すものとする。

第1図に本発明の複式トーションバーの一例の外観図を示す。このように複式のトーションバー

5

6

は、形状記憶合金製棒状部材1と、トーションバーとして単一のねじり軸を有するように端部を固定するための固定具2で構成される。

ねじり変形は、固定具の中心を結ぶ直線をねじり軸として与えられる。従って、棒状部材の固定は、トーションバーがねじられた時に、固定具を介して棒状部材に変形が伝播するような方法が望ましく、例えば固定具にあげた穴に棒状部材をはめ込み、それをろう付けする方法や、側面からネジ止めする方法、更には焼きばめによる固定などを用いることが出来る。

形状記憶合金製棒状部材の並列配置の方法としては、例えば、第2図に固定具の棒状部材取り付け面の概略図(a)および断面図(b)で示すように、ねじり軸の軸上位置3とそれを中心とする同心円上の位置4がある。その際ねじり変形を円滑にするために、同心円上の配置はねじり軸に対して回転対称となるようにすることが望ましい。棒状部材同士の間隔は各々の棒材の変形に支障が出なければどのようなものでもよいが、ねじり軸上あるい

はその他の部分への配置を意識的に止めて、形状記憶合金を加熱するための発熱体などを組み込むスペースに用いるような配置方法や、第3図のように丸棒や角棒を稠密に配置する方法でもよい。

またトーションバーを構成する棒状部材の数は、使用目的、すなわち必要な発生トルクに応じて適宜選定することが出来る。

(作用)

形状記憶合金製棒状部材を複数本並列に配置し、端部を固定具に固定して、複式のトーションバーを作成する。次に一端を固定端に固定し、他端を軸受けおよびねじり用のアームに取り付ける。この位置を基準として、外力を加えてバーをねじると、形状記憶合金が塑性的に変形され、バーはねじられた状態に留まる。その後任意の時期にバーを加熱することによって形状記憶合金の形状回復を起こさせると、バーは基準位置まで戻る。この時の回転運動と発生トルクによって窓や扉などの駆動装置等として用いることの出来るトーションバー機能が得られる。

7

(実施例)

実施例1

Mn、Si、Crをそれぞれ2.8wt%、6wt%、5wt%含み残部がFeからなる合金製で直径4mmφ、長さ200mmの丸棒を用いて、複式のトーションバーと比較のために単式のトーションバーを作成し、それらについて発生トルクを測定した。

端部の固定には第4図(a)に示したような固定具を用い、棒状部材の固定位置は第4図(b)に示すようにねじり軸上と、ねじり軸を中心とする半径8mmの円周上の8箇所とし、その8箇所は、ねじり軸に対して8回対称となるようにした。

形状記憶合金製棒状部材は固定具にあげた穴に組み込んだ後ろう付けによって固定した。

組み込む位置は、棒状部材が1本の時は第5図のようにねじり軸上、2本の時は第6図のように円周上の2回対称位置、4本の時は第7図のように円周上の4回対称位置、そして8本の時は第8図のように円周上のすべての位置とした。

このようにして作成したトーションバーを第9

8

図に示すようなトーションバー試験治具に取り付けた。すなわち一端を固定端5に固定し、他端を軸受け6を介してねじり用アーム7に取り付けた。アームの取り付け方向は水平とし、この位置を基準位置とした。次にアームを使ってトーションバーをねじり、基準位置から下方に角度として30度ねじった。アームの先端には分銅皿8が取り付けられており、形状記憶合金部分を約200℃に加熱し形状回復を起こさせ、アームが完全に基準位置まで戻る時に持ち上げることの出来る分銅の重さを測定することによってトーションバーの発生トルクを求めた。なおトーションバーのねじり軸と分銅皿を取り付けるアームの先端位置との間の距離は150mmであった。

その結果、各々のトーションバーの発生トルクは第1表に示した通りとなり、トーションバーに用いる棒状部材の数を増加していくことによって発生トルクが高くなっていくことが明らかとなった。このことから、必要なトルクに見合った数の形状記憶合金製棒状部材を複数本並列に配置する

9

10

ことで任意の発生トルクを持ったトーションバーを作成出来ることが判る。

第1表 トーションバーの発生トルク

棒状部材数	発生トルク (kgf・m)	備 考
1	0.055	比較例
2	0.105	本発明
4	0.160	本発明
8	0.267	本発明

#### 実施例2

MnおよびSiを各々3.2wt%および6wt%含有し残部がFeからなる合金製で一辺が4.5mmの正方形断面を有し、長さが200mmの角棒8本を端部固定具に固定した複式トーションバーを作成し、発生トルクを測定した。角棒の両端部5mmについて

は切削加工により直径4mmφの丸断面とし、固定具への固定にはチャック側面からのネジ止めを用いた。各々の棒状部材の配置位置は、第10図のように側面を描えた向きとし、断面の中心とねじり軸の距離は10mmで、ねじり軸に対する8回対称となるようにした。また形状記憶合金製棒状部材を配置した内部には、加熱用のパイプヒーターを挿入し、棒状部材の外側にはアルミニウム箔を巻いて熱の放散を防いだ。

トルクの測定方法は実施例1と同様とした。その結果、0.17kgf・mの発生トルクが得られ、同一サイズの角棒一本の場合の約3.2倍であった。

#### 実施例3

Niを55.4wt%含有し残部がTiよりなる合金で、直径4mmφ、長さ200mmの丸棒と、直径8mmφ、長さ200mmの丸棒を作製し、単式のトーションバー方式で棒状部材の直径を大きくして発生トルクを高める方法と、複式のトーションバー方式によって発生トルクを高める方法の比較を行った。

端部の固定は、4mmφの丸棒については、実施

11

12

例1に用いたのと同じ固定具を用い、棒状部材が1本の時は第5図のようにねじり軸上、4本の時は第7図のように円周上の4回対称位置に配置し、ろう付けによって固定した。また、8mmφの丸棒は、第11図の固定具にろう付けしてトーションバーとした。

これらの3つ、すなわち4mmφの丸棒1本からなるトーションバー、4mmφの丸棒4本からなるトーションバー、および、8mmφの丸棒1本からなるトーションバーについて、実施例1と同様の方法によって発生トルクを測定した。

その結果は第2表に示すようになり、1本の棒状部材からなる単式のトーションバー方式で、使用量を4倍にする場合に比べ、複式のトーションバー方式では、同じ使用量の増加に対してより大きなトルクを発生させ得ることが明らかとなった。また、このことから、同程度の発生トルクを得るのに必要な合金の使用量は少量でよいことも判る。

第2表 トーションバーの発生トルク

考 案	比較例	比較例	本発明
No.1との発生トルクの比	1	1.93	2.89
No.1との体積比	1	4	4
発生トルク (kgf・m)	0.094	0.181	0.272
使用棒状部材	4mmφ、1本	8mmφ、1本	4mmφ、4本
No.	1	2	3

13

14

## 実施例 4

Al, Ni, Mn, V および Ti を各々 12 wt%, 5 wt%, 3 wt%, 1 wt% および 0.5 wt% 含有し、残部が Cu からなる合金製で、直径 3.5 mm  $\phi$ 、長さ 200 mm の丸棒を 6 本端部固定具に固定した複式のトーションバーを作成し、発生トルクを測定した。丸棒は、ねじり軸のまわりの 6 回対称位置に配置し、固定方法は、ろう付けとした。

トルクの測定方法は、実施例 1 と同様とした。その結果 0.239 kgf・m の発生トルクが得られ、同一サイズの丸棒の場合の約 3.6 倍であった。

## (発明の効果)

本発明によれば、回転式の窓や扉などの駆動装置等として繰り返し利用出来、発生トルクの設計が自在な形状記憶合金製トーションバーを作ることが出来る。

また、用いる棒状部材の本数を適宜選択することによって発生トルクを設計出来るので、様々な直径の棒状部材を用意しなくてもよく、色々な発生トルクのトーションバーを製造する際のコスト

を低く抑える効果も期待できる。

## 4. 図面の簡単な説明

第 1 図は複式トーションバーの外観図である。

第 2 図(a)は端部の固定具の棒状部材取り付け面である。

第 2 図(b)は第 2 図(a)における A-A 断面図である。

第 3 図(a)は丸棒を稠密に配置した複式トーションバー用の端部の固定具の棒状部材の取り付け面である。

第 3 図(b)は第 3 図(a)の側面図である。

第 4 図(a)は実施例 1 に用いた端部の固定具の概略図である。

第 4 図(b)は実施例 1 に用いた端部の固定具の棒状部材の取り付け面である。

第 5 図、第 6 図、第 7 図、第 8 図は実施例 1 に用いたトーションバーの端部の概略図である。

第 9 図はトーションバー試験治具の概略図である。

第 10 図は実施例 2 に用いた端部の固定具と角

15

16

状棒材の投影である。

第 11 図は実施例 3 に用いた 8 mm  $\phi$  の丸棒用の固定具である。

1…形状記憶合金製棒状部材、2…端部の固定具、3…ねじり軸上の取り付け位置、4…ねじり軸を中心とする同心円上の取り付け位置、5…固定端、6…軸受け、7…ねじり用アーム、8…分銅皿、9…角状棒材の投影。

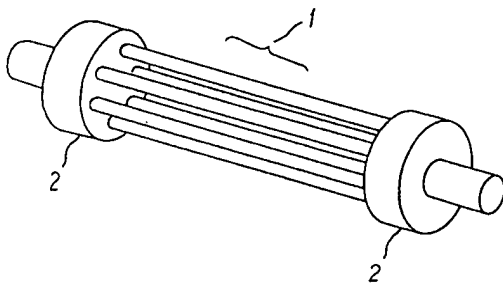
特許出願人 新日本製鐵株式会社

代理人 大 関 和 夫

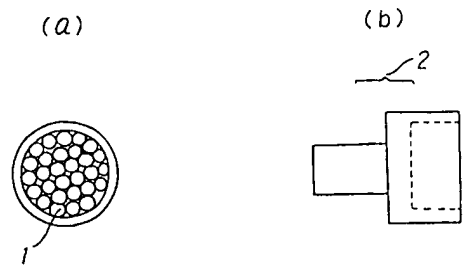


17

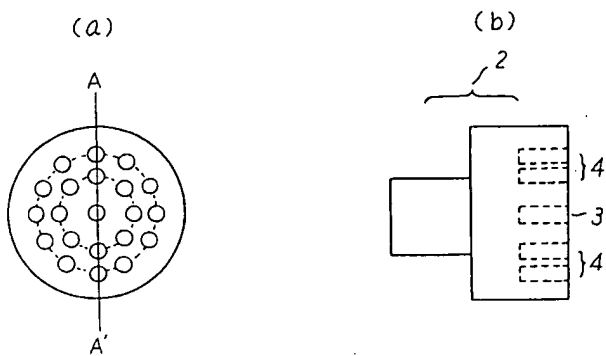
第 1 図



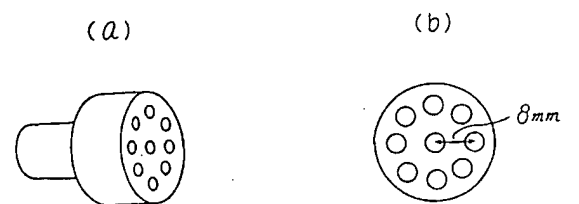
第 3 図



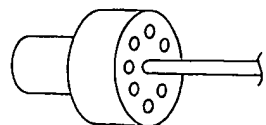
第 2 図



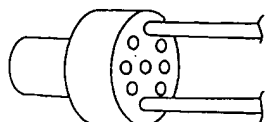
第 4 図



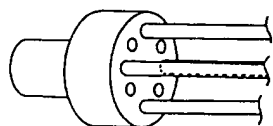
第 5 図



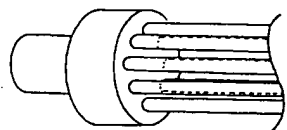
第 6 図



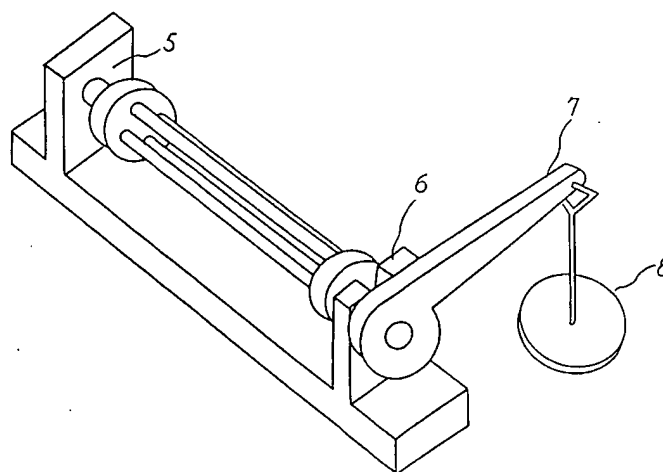
第 7 図



第 8 図

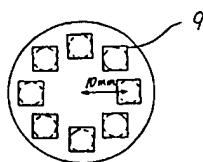


第 9 図





第 10 図



第 11 図

